



* Dynamic Search: Derwent World Patents Index

■ Records f r: *actuator?*

save as alert

save strategy only

| | | | |
|--------|--------------------------------|--------------------|----------------|
| Output | Format: Full Record | Output as: Browser | display / send |
| Modify | refine search back to picklist | | |

Records 1-5 of 5 In full Format

1. 9/19/1

012657599 **Image available**

WPI Acc No: 1999-463704/199939

XRPX Acc No: N99-347373

Flow control valve of mass-flow controller used during semiconductor manufacture - has actuator which presses metallic diaphragm via spacer provided with recess in pressing surface, against valve seat

Patent Assignee: HITACHI METALS LTD (HITK)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

| Patent No | Kind | Date | Applicat No | Kind | Date | Week |
|-------------|------|----------|-------------|------|----------|----------|
| JP 11194833 | A | 19990721 | JP 97360119 | A | 19971226 | 199939 B |

Priority Applications (No Type Date): JP 97360119 A 19971226

Patent Details:

| Patent No | Kind | Lan | Pg | Main IPC | Filing Notes |
|-------------|------|-----|----|-------------|--------------|
| JP 11194833 | A | | 6 | G05D-007/06 | |

Abstract (Basic): JP 11194833 A

NOVELTY - An actuator (60) presses metallic diaphragm (5) via a spacer (61), against valve seat (4) provided at the end inflow path (12) of flow control valve (6). A recess (61a) is formed in the pressing surface of the spacer. DETAILED DESCRIPTION - Inflow path and outflow path are formed in the flow control valve. The actuator is positioned above the metal diaphragm.

USE - In mass-flow controller for controlling gas flow for film forming, etching, etc during semiconductor manufacture.

ADVANTAGE - The sealing capacity is enhanced because recess is formed in pressing surface of spacer. There is no need for generating pressure variation since sealing capacity is enhanced. The response time for performing flow control is reduced. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows cross-section of mass-flow controller. (4) Valve seat ; (5) Metallic diaphragm ; (6) Flow control valve ; (12) Inflow path; (60) Actuator ; (61) Spacer; (61a) Recess.

Dwg.1/4

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-194833

(43)公開日 平成11年(1999) 7月21日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 5 D 7/06

G 0 5 D 7/06

Z

F 1 6 K 1/52

F 1 6 K 1/52

A

31/02

31/02

A

31/128

31/128

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平9-360119

(71)出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(22)出願日

平成9年(1997)12月26日

(72)発明者 徳久 泰一

三重県桑名市大福2番地日立金属株式会社

桑名工場内

(72)発明者 田中 誠

三重県桑名市大福2番地日立金属株式会社

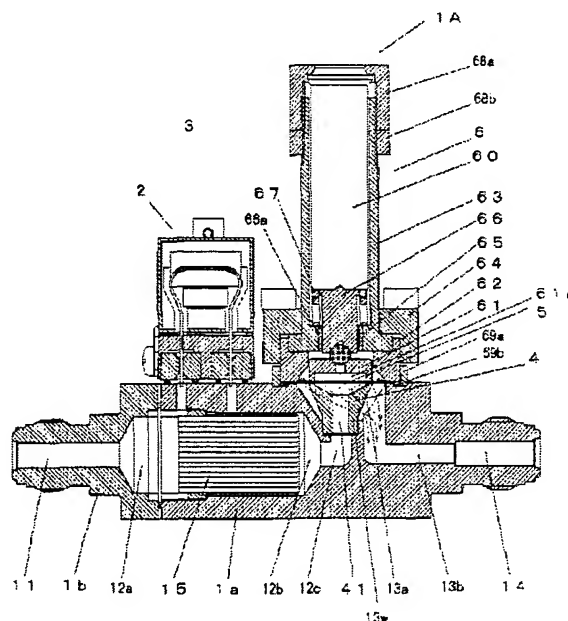
桑名工場内

(54)【発明の名称】 マスフローコントローラ

(57)【要約】

【課題】 流量制御の精度や応答性、シール性能を向上させることで、全開流量を増大させ応答時間を早くしたマスフローコントローラを提供する。

【解決手段】 センサ流路内を流れる流体の流量を検出する流量センサ部2と、流体の流量を制御する流量制御弁6と、制御回路部3とを有するマスフローコントローラにおいて、前記流量制御弁6は、流入側流路12および流出側流路13を有する流量制御弁本体と、前記流入側流路端に設けた弁座4と、この弁座に接離する平坦部を有した金属ダイアフラム5と、この金属ダイアフラム5の上部に位置し弁座側に押圧力を発生させるアクチュエータ60と、からなり、前記アクチュエータ60の下部に金属ダイアフラム5を押圧するダイアフラムスペーサ61を設け、前記弁座4と金属ダイアフラム5との接触面を除くダイアフラムスペーサ61の押圧面に凹部61aを設けたマスフローコントローラである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 センサ流路内を流れる流体の流量を検出する流量センサ部と、流体の流量を制御する流量制御弁と、制御回路部とを有するマスフローコントローラにおいて、前記流量制御弁は、流入側流路および流出側流路を有する流量制御弁本体と、前記流入側流路端に設けた弁座と、この弁座に接離する平坦部を有した金属製ダイヤフラムと、この金属製ダイヤフラムの上部に位置し、弁座側に押圧力を発生させるアクチュエータと、からなり、前記アクチュエータの下部に前記金属製ダイヤフラムを押圧するダイヤフラムスペーサを設け、前記弁座と金属製ダイヤフラムとの接触面を除くダイヤフラムスペーサの押圧面に凹部を設けたことを特徴とするマスフローコントローラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、ガス等の流体の質量流量を精密に制御することができるマスフローコントローラに関するものである。

【0002】

【従来の技術】成膜処理やエッチング処理等を精度よく行って半導体製品を製造するためには微量のプロセスガスを精度よく制御しながら流す必要がある。このときの流量制御機器としては一般にマスフローコントローラが用いられている。

【0003】従来のマスフローコントローラMは、図4に示すように微量流体（以下ガスを例にとって説明する。）の質量流量を検出するセンサ部2と、アクチュエータ部80を備えた流量制御弁8と、これらを制御する制御回路部3（詳細は図示せず）とにより主に構成されている。このマスフローコントローラMでは、まず流入口（流入側継手）71から流入したガスは流入流路72aの途中でセンサパイプ20と、このパイプと同一のパイプを所定数だけ詰めて所定の流量比率に設定したパイプ管路75とに分岐して流れ、これらは再び流入流路72b部分で合流し流入流路72cまで流れるようになっている。

【0004】ここでセンサパイプ20は、例えば内径0.5mm程度のステンレス管を略U字状に形成したもので、両端は上記流入流路72に開口している。センサパイプ20の上流側と下流側にはそれぞれ感熱コイル21、22が巻回されており、さらに他の抵抗体と組み合わせてブリッジ回路を構成し、これらによってセンサ部2を構成している。このセンサの感熱コイル21、22はガス温度より高い一定温度に加熱されるのであるが、上流側の感熱コイル21は、ガスが流れることによって熱が奪われて温度が下がり、他方の下流側コイル22は

上流側で温まったガスが流れるために逆に温度が上がることで温度勾配が生じる。このような熱移動はブリッジ回路の不均衡電圧として検出され、この電位差は質量流量に比例することから質量流量センサとして機能する。尚、このような質量流量センサの種類としては、定電流センサ（特公昭56-23094号）や定温度センサ（特公平4-49893号）及び定温度差センサ（特開平1-150817号）等があり、これらのセンサを適宜利用することができる。

【0005】次に、上記した質量流量センサ2からの流量信号は、増幅回路によって増幅され、その後比較制御回路へ入力される。ここで予め設定された設定流量信号と比較され、その差分を無くするような駆動信号（パルス駆動電圧）がアクチュエータ部に入力され、その結果、流量制御弁8の開度を調節してガス流量を制御することができる。これらの制御は制御回路部3（図示せず）によって行われている。また、弁開度を精密に制御するには、数10μm程度のストローク範囲内で制御をすることが必要となるためアクチュエータ部80としては、小さなストロークではあるが大きな推力を発生することができる積層型圧電素子体が通常用いられている。

【0006】図4の流量制御弁8のアクチュエータ部も積層型圧電素子体80（以下、圧電アクチュエータという）を用いており、金属製のダイヤフラム（以下、金属ダイヤフラムという）を直接上下動させて流量制御する流量制御弁である。この流量制御弁は、流入流路72cの端部に設けられた金属製弁座81と、この弁座81に対向してダイヤフラム押さえ83によって周縁を挟持され、中央に平坦部を有しその外側に半円環状の弾性変形部を形成した金属ダイヤフラム82と、内部に積層型圧電素子体80を収容し、金属ダイヤフラム82を押圧するようになった弁棒84と、この弁棒84を常時弁座81に当接させて閉弁状態におくためのバネ部材88等から構成されている。ここで積層型圧電素子体80の上端は調節部材89に係止されており、一方の下端は弁棒84を貫通してブロック状本体7に載置されたブリッジ部材85に支持されている。又、金属ダイヤフラム82と金属弁座81との間を押圧させるために、上部からダイヤフラムに圧をかけるよう押圧部分86が本例では弁棒と一緒に設置されている。この他にはダイヤフラムスペーサ部材を別体で設けることがある。

【0007】従って、電圧印可によって積層型圧電素子体80が伸張すると、その推力の方向は、ブリッジ部材85によって反転しバネ部材88に抗して弁棒84を押し上げる方向に作用する。その結果、金属ダイヤフラム82は自身の復元力によって弁座81から離間して流量が調節されるものである。尚、この例はノーマリークローズ型の流量制御弁を示しているが、ブリッジ部材やバネ部材の構造を変更したノーマリーオープン型の流量制御弁も従来より用いられている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】以上のように金属ダイアフラムを金属製弁座に直接接離（当接と離間をいう。）させる流量制御弁では、金属ダイアフラムの剛性が低いために接触面（以下、シール面という。）がうねって閉め切り時のシール性が比較的悪いことがある。そのため金属ダイアフラムを弁座に当接させた後、さらに押圧力を与えてシール面圧を上げることが行われる。このときの押圧力を予圧と言っているが、例えばおよそ40 μ mの変位を発生する圧電アクチュエータを用いた場合、全変位量の内約32 μ m（80％）程度は弁座に当接するまでの流量調節のストロークに利用され、残りの約8 μ m（20％）程度が弁座当接後のシール面圧発生のための変位（実際はこのときは既に弁座にダイアフラムが当接しており変位なしで弁座に押し付けるだけ）に利用されている。

【0009】しかしながら、

（1）従来、弁棒の下端部やダイアフラムスペーサの押圧面が平面であったため、金属ダイアフラムのほぼ全面に押圧力が分散してしまい、弁座とのシール性能低下の原因となっていた。また、ダイアフラムにうねりや偏変形を与える原因とも考えられた。

（2）また、ダイアフラムスペーサの押圧面は加工上フライス盤で切削するため、面の中央部に切削されきれない凸部が残る。よってダイアフラムスペーサが金属ダイアフラムを押し下げ弾性変形させる際、凸部が原因となって金属ダイアフラムが予想と異なる変位を起こし、シール性能が悪化してしまう。

以上のことよりシール性能が悪化すると応答時間が遅くなり、全開流量も少なくなってしまうという問題があった。

【0010】以上のことより、本発明は上記の問題を解決するもので、流量制御のシール性能を向上させることで、全開流量を増大させ応答時間を早くしたマスフローコントローラを提供するものである。

【0011】

【発明を解決するための手段】本発明は、センサ流路内を流れる流体の流量を検出する流量センサ部と、流体の流量を制御する流量制御弁と、制御回路部とを有するマスフローコントローラにおいて、前記流量制御弁は、流入側流路および流出側流路を有する流量制御弁本体と、前記流入側流路端に設けた弁座と、この弁座に接離する平坦部を有した金属製ダイアフラムと、この金属製ダイアフラムの上部に位置し弁座側に押圧力を発生させるアクチュエータと、からなり、前記アクチュエータの下部に前記金属製ダイアフラムを押圧するダイアフラムスペーサを設け、前記弁座と金属製ダイアフラムとの接触面を除くダイアフラムスペーサの押圧面に凹部を設けたマスフローコントローラである。ここで、弁座と金属ダイアフラムとのシール性を高めるためには、ダイアフラム

スペーサのダイアフラムと接触する部分が同一平面上になるよう設定し、均等に圧力がかけられる状態にすることが望ましい。

【0012】この発明によれば、凹部を設けたことにより金属ダイアフラムを押しつけるダイアフラムスペーサとの押圧面積が小さくなり、弁座と金属ダイアフラムとのシール部に集中して圧力をかけることが出来るので、ガスに対するシール性能を上げることが出来る。また、ダイアフラムスペーサの中央部に凹部を設けることになるから、従来生じていた凸部を同時に取り去ることになり金属ダイアフラムの変位、変形に悪影響を与えることがなくなる。以上のことより、従来シール面圧を上げるために用いていた圧電アクチュエータの変位を流量調節のストローク側にまわして利用できる。よって、制御可能な流量範囲が拡大するし、バルブ駆動電圧も小さくてすむことになる。尚、このダイアフラムスペーサの接触部の形状は、通常円環状であるがダイアフラムや弁座の形状・寸法、及びガスの種類等の関係から選択されるものであり、例えば入り組んで湾曲した閉曲線などでもよい。また、接触面がダイアフラムスペーサの上下移動方向に垂直でなくともかまわない。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。図1は、本発明のマスフローコントローラの一実施例を示す縦断面図である。図2は、弁座周りの拡大図である。尚、ここで図4と同一の構成については同一符号を付している。先ず、図1のマスフローコントローラ1Aの全体構成について説明する。マスフローコントローラ本体1は、ステンレス材（SUS316L）等からなり流出側継手部を備えた本体1aと流入側継手部を備えた本体1bとから構成されている。本体1aは流量制御弁本体部分と継手部分とを含む一体的なブロック状で、その流路は流入口11と繋がる流入流路12a、バイパス流路15、流入流路12b、流入流路12cと流れ、流路12cの端部にはステンレス（SUS316L）材等からなる金属製の弁座4がかしめ手段により装着されている。そして弁座4に対向して金属製のダイアフラム5（以下、金属ダイアフラムという。）が配置されており、この金属ダイアフラム5によって流入側流路12と流出側流路13とが仕切られ、金属ダイアフラム5は弁座4のシール面に直接接離するようになっている。さらにこの金属ダイアフラム5に仕切られた弁座4の周囲に流出流路13aが直接繋がっており、流出流路13aの内壁13wは弁座の取付け部となっている。そして、流出流路13aは90度折れ曲がって流出流路13bと流出口14に繋がっている。従って、上記流入側流路12cから流出流路13bまでは流量制御弁の部分であり、以下この部分はマスフローコントローラ本体の中でも特に流量制御弁本体という。

【0014】さらに本体1aは、従来と同様に流出側継

手部分を別体としたものでも良いが、一体の方が流入側流路12b、12cと流出側流路13b及び上部開口の流路13aを同芯加工する上で効率的である。また、弁座4を本体1aに取り付けるにはねじ込み手段でも良く、あるいは弁座4は本体1aと一体もので本体1aから削り出しで成形することもできる。ただし取付部分の寸法は従来とほぼ同じとし、弁座流入口41の口径は肉厚強度上可能な限り大きくとることが好ましい。そして流入口41の途中からは外方に広がるテーパ内面42となし出来る限り外周側に広がった弁座口43を形成している。また同時に少なくとも流量制御弁本体部分の上面16と弁座流出口の接触面44（以下シール面44という。）の高さ位置は同一面に形成し、弁座取付け後、弁座シール面44と本体上面16とを同時にラップ仕上げが可能ないようにしている。尚、このラップ仕上げは、結果的にマスフローコントローラ本体1aの上面16の全体が0.2S程度の鏡面に仕上げられるのでセンサ部のメタルリングのシール面にも良好で加工上また組立上きあめて効率的である。

【0015】その後、この鏡面仕上げされた本体上面16に対して、メタルリング69bとスペーサ69a、弁座スペーサ（80 μ m程度）69cを介して金属製ダイヤフラム5を載置し、ダイヤフラム押さえ62によって金属製ダイヤフラム5の周縁部を挟着し、その上にハウジング63とフタ64をボルトを用いて本体1aに締結している。一方、金属ダイヤフラム5の上面には円盤状のダイヤフラムスペーサ61が乗せられており、先に述べたように金属ダイヤフラム5とのシール面44を除く中央部に凹部61aが設けてある。通常金属ダイヤフラム5は弁座のシール面44の形に合うように円形状な為、押付け面圧が金属ダイヤフラムに均等にかかるようにダイヤフラムスペーサ61の凹部61aも接触面に対し円形状に設ける方がよい。ダイヤフラムスペーサ61は調芯作用のある硬球65とビエゾスペーサ66及びベアリング66aを介して圧電アクチュエータ60の押圧力を伝達するようにしている。

【0016】圧電アクチュエータ60は、ステンレス等の金属製、望ましくは熱膨張係数が積層圧電素子のそれに近い金属材料からなるケース内に積層型圧電素子体を密封したもので、その上部はハウジングキャップ68aとナット68bによってハウジング63に対し軸芯を合わせた状態で螺合し組み付けられている。このマスフローコントローラは、通常はばね67によって圧電アクチュエータ60は押し上げられており、よって金属ダイヤフラム5は自己の弾性力により離座した開弁状態となっている。そして、通電によってばね力に抗してダイヤフラムスペーサ61を下方に押し下げ、金属ダイヤフラム5の移動量を調節して流量制御を行うノーマリーオープン型のマスフローコントローラである。尚、これは上述した従来と同様のノーマリークローズ型のマスフロー

コントローラに構成することも可能である。

【0017】ところで上記した各部材は基本的にはステンレス材（SUS316Lなど）で形成されているが、金属ダイヤフラム5については、Co基合金やNi-Co合金、例えば本実施例では、重量%でNi13~18%、Cr18~23%、Mo5~9%、Co38~44%、残部Feおよび不純物からなる高弾性金属材料から構成し、耐食性と耐久性が高く、自己復元力を有するものとしている。そして厚さ約0.15mm程度の円形薄板で、中央部に平坦部51とその外側に環状で断面半円形の弾性変形部52を、更にその外側に挟着周縁部53を形成したものである。さらに剛性をアップするために平坦部に同材料の円形薄板をスポット溶接又は接着剤などで一体的に貼り付けたものを使用することもできる。

【0018】次に図2を参照してこのマスフローコントローラ1Aをさらに説明する。まず、上述した通り弁座4のシール面44と少なくとも流量制御弁本体の上面16とは同一面になるように組み付け、その後ラップ仕上げを行っている。これによって弁座のシール面44と金属ダイヤフラム5とダイヤフラム押さえ62等を積み重ねていく面との平面度が一致し、またアクチュエータの軸芯と弁座や金属ダイヤフラム、ダイヤフラムスペーサの軸芯が一致する。よって、圧電アクチュエータの全ストロークを無駄なく有効に利用できる。また弁座のシール面と金属ダイヤフラムの平坦部が常に平面を保って移動するのでより精密な流量制御ができるようになる。

【0019】次に、この弁座4の内面42はテーパ状に広がっており、端部の弁座流出口43は金属ダイヤフラムの平坦部51の最外周領域に位置し、シール面44が形成されている。本実施例ではシール面44よりダイヤフラムスペーサ61の外径の方を若干大きくするようにし、また内側は凹部61aを設けて面圧を上げると共に金属ダイヤフラムの中央のうねりや変形を無視できるようにしてシール性能を向上させている。この際ダイヤフラムスペーサ61に設ける凹部61aの幅、深さなどはダイヤフラムスペーサ61の剛性を損わないよう設定しなければならない。

【0020】

【発明の効果】以上説明したように本発明のマスフローコントローラは、

（1）ダイヤフラムスペーサに凹部を設けたことにより金属ダイヤフラムとの接触面積が小さくなることでシール面圧がダイヤフラムと弁座との間で十分にかかり、弁座とのシール性能が向上した。

（2）切削加工上残ってしまうダイヤフラムスペーサの金属ダイヤフラムとの接触面の凸部を無くすことにより金属ダイヤフラムの中心を対称に変形させることができ、ガスに対する弁座とのシール性能が高まった。

【0021】このシール性能を向上させることによって、シール面圧を上げるために用いていた変位（予圧）

が少なくすみ、その分を流量調節のためのストローク側に利用できる。よって図3に示すとおり、

(1) 全開流量が増大した ($Q_1 < Q_2$)。

(2) 流れだし電圧が小さくなり ($V_2 < V_1$)、これにより制御の面から無駄時間が減少され、応答時間の短縮に繋がった。

以上のようにシール性能を向上させることで、全開流量を増大させ応答時間を早くしたマスフローコントローラを提供することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例を示すマスフローコントローラの縦断面図。

【図2】 図1の弁座部分の拡大断面図。

【図3】 流量-バルブ電圧の関係の模式図

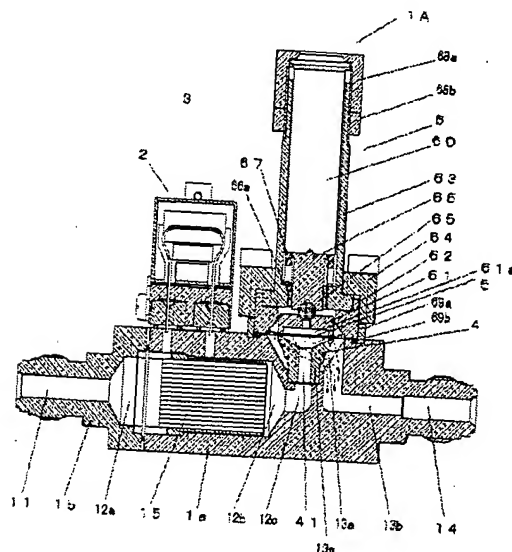
【図4】 従来のマスフローコントローラの一例を示す縦断面図。

【符号の説明】

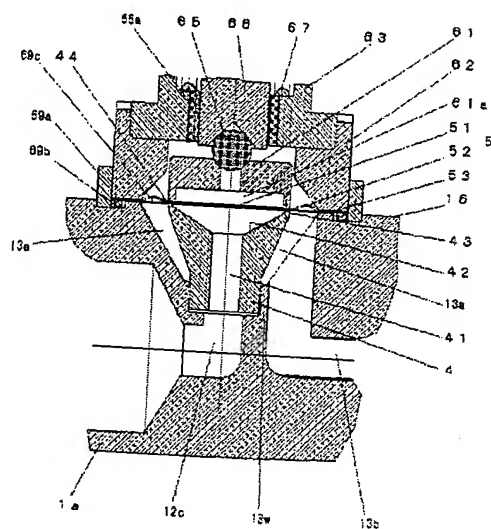
1A、M：マスフローコントローラ
ンサー部
3：制御回路部
座
5：金属ダイアフラム
量制御弁
11：流入口
(a、b、c)：流入流路
13(a、b)：流出流路
流出口

15：バイパス流路
センサパイプ
21：上流側コイル
下流側コイル
41：弁座の流入口
テーパ内面
43：弁座口
弁座のシール面
51：金属ダイアフラムの平坦部
弾性変形部
53：金属ダイアフラムの周縁部
60：圧電アクチュエータ
ダイアフラムスペーサ
61a：ダイアフラムスペーサ凹部
ダイアフラム押さえ
63：ハウジング
フタ
65：硬球
ピエゾスペーサ
66a：ベアリング
ばね
68a：ハウジングキャップ
b：ナット
69a：外径スペーサ
b：メタルリング
69c：弁座スペーサ

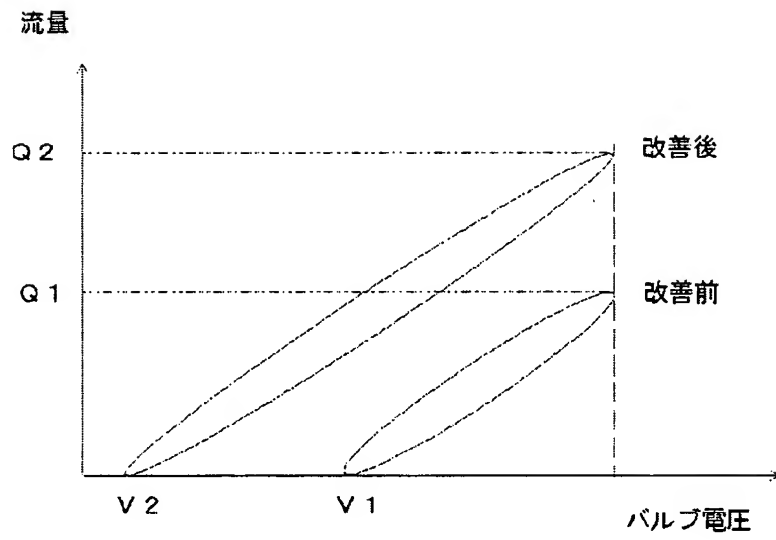
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

